

Inhaltsverzeichnis

Bildquellenverzeichnis	2	3.2 Umformverfahren (Massivumformen)	39
1 Einteilung der Fertigungsverfahren	8	3.2.1 Walzen	39
2 Urformen	10	3.2.1.1 Flach- und Profil-Längswalzen von Vollkörpern	39
2.1 Gießen	10	3.2.1.2 Profil-Längswalzen von Hohlkörpern (Rohrherstellung)	40
2.1.1 Grundlagen	10	3.2.1.3 Weitere Walzverfahren	44
2.1.2 Gießen mit verlorener Form	11	3.2.2 Schmieden	45
2.1.2.1 Sandgießen	11	3.2.2.1 Grundlagen	45
2.1.2.2 Maskenformverfahren (Croning-Verfahren)	19	3.2.2.2 Freiformen	46
2.1.3 Gießen mit verlorener Form und verlorenem Modell	21	3.2.2.3 Gesenkformen	46
2.1.3.1 Gießen mit ausschmelzbaren Modellen	21	3.2.3 Stauchen	48
2.1.3.2 Gießen mit vergasbarem Modell (Vollformgießverfahren)	22	3.2.4 Eindrücken	48
2.1.4 Gießen mit Dauerformen	23	3.2.4.1 Kalteinsenken	48
2.1.4.1 Kokillengießen	23	3.2.4.2 Warmeinsenken	49
2.1.4.2 Schleudergießen	24	3.2.4.3 Vollprägen (Massivprägen)	49
2.1.4.3 Druckgießen	24	3.2.5 Durchdrücken	50
2.1.4.4 Stranggießen	27	3.2.5.1 Strangpressen	50
2.1.5 Gestaltungsregeln und Gießfehler	28	3.2.5.2 Fließpressen	51
2.1.5.1 Gestaltungsregeln	28	3.2.6 Rundkneten	53
2.1.5.2 Gießfehler	29	3.3 Stanztechnik	54
2.1.6 Schmelzeinrichtungen	30	3.3.1 Durchziehen	54
2.1.7 Gießeinrichtungen	31	3.3.2 Tiefziehen	55
2.1.8 Unfallverhütung	31	3.3.2.1 Tiefziehen mit starren Werkzeugen	55
2.2 Elektrolytische Abscheidung (Galvanoplastik)	32	3.3.2.2 Tiefziehen mit elastischen Werkzeugen	64
2.3 Pressen, Sintern (Pulvermetallurgie)	33	3.3.2.3 Tiefziehen mit Wirkmedien, Hydroformverfahren	65
2.3.1 Grundlagen	33	3.3.2.4 Verfahren der Hochgeschwindigkeitsumformung	67
2.3.2 Pulverherstellung	34	3.3.2.5 Umformen von superplastischem Material	69
2.3.3 Pressen und Sintern	34	3.3.3 Kombinierte Verfahren und Werkzeuge	70
3 Umformen	35	3.3.3.1 Verbundverfahren	70
3.1 Grundlagen des Umformens	36	3.3.3.2 Folgeverbundverfahren	70
3.1.1 Berechnungsgrundlagen	36	3.3.3.3 Gesamtverbundverfahren	70
		3.3.3.4 Werkzeuge für Verbundverfahren	70
		3.4 Drücken	73
		3.4.1 Projizierstreckdrücken	74
		3.4.2 Kragenziehen	74
		3.4.3 Knickbauchen	74

3.5	Zugumformen	74	3.8.10	Biegeautomat	91
3.5.1	Längen	74	3.8.11	Werkzeugwerkstoff der Stanz- technik	92
3.5.2	Weiten	75			
3.5.3	Tiefen	75	3.9	Anhang	92
3.5.3.1	Hohlprägen	75	3.9.1	Unfallverhütung	92
3.5.3.2	Streckziehen	76	3.9.2	Tabellen	93
3.6	Biegeumformen	76			
3.6.1	Biegeumformverfahren mit geradliniger Werkzeug- bewegung	78	4	Trennen (Trennen durch Zerteilen)	95
3.6.2	Biegeumformverfahren mit drehender Werkzeugbewegung	79	4.1	Grundlagen	95
3.6.2.1	Rundbiegen	79	4.2	Schneidverfahren	99
3.6.2.2	Schwenkbiegen	79	4.3	Grundbegriffe	100
3.6.2.3	Walzbiegen	79	4.3.1	Schneidvorgang	101
3.6.3	Biegekraft	79	4.3.2	Schneidspalt	101
3.7	Maschinen der Blech- umformung	81	4.3.3	Schneidkraft und Schneidarbeit	103
3.7.1	Körperformen der Umform- maschinen	82	4.3.4	Abstreifkraft	105
3.7.2	Kenngrößen zur Maschinen- auswahl	82	4.3.5	Schneidenverschleiß und Schnittgrat	106
3.7.2.1	Kraftkenngröße	82	4.4	Werkzeugaufbau	107
3.7.2.2	Arbeitsvermögen	83	4.4.1	Einteilung und Benennung der Werkzeuge	107
3.7.2.3	Kraft-Weg-Kennlinie	84	4.4.2	Einteilung nach Führungsart ...	107
3.7.2.4	Zeitkenngröße	84	4.4.2.1	Werkzeuge ohne Führung	108
3.7.2.5	Genauigkeitskenngrößen	85	4.4.2.2	Werkzeuge mit Plattenführung ...	109
3.7.2.6	Konstruktive Kenngrößen	85	4.4.2.3	Werkzeuge mit Säulenführung ...	110
3.8	Pressen	86	4.4.2.4	Werkzeuge mit Schneidplatten- führung	111
3.8.1	Mechanische Pressen	86	4.4.3	Einteilung nach Fertigungs- ablauf	112
3.8.1.1	Kniehebelpressen	86	4.4.3.1	Folgwerkzeuge	112
3.8.1.2	Kurbelpressen	86	4.4.3.2	Gesamtwerkzeuge	114
3.8.1.3	Spindelpressen	87	4.4.4	Weitere Werkzeugarten	115
3.8.2	Hydraulische Pressen	87	4.5	Streifeneinteilung, Werkstoffausnutzung, Vorschubbegrenzung	116
3.8.3	Ziehpressen	87	4.5.1	Streifeneinteilung (Streifenbild)	116
3.8.4	Vollautomatische Stanzanlage	88	4.5.2	Werkstoffausnutzung	118
3.8.5	Pressen mit vollautomatischem Werkzeugwechselsystem (Check-Lift-System)	88	4.5.3	Vorschubbegrenzung	119
3.8.6	Schnellläufer	90			
3.8.7	Streckformziehmaschinen	90			
3.8.8	Drückmaschinen	90			
3.8.9	Bearbeitungszentrum	91			

4.6	Gestaltung der Einzel- elemente	124	5.2	Fügen durch Schweißen	153
4.6.1	Stempel, Stempelbefestigung, Stempelführung	124	5.2.1	Allgemeines	153
4.6.2	Schneidplatte	127	5.2.2	Technische und wirtschaftliche Bedeutung der Schweißtechnik	153
4.6.3	Stempel- und Schneidplatten- maße	130	5.2.3	Einteilung der Schweiß- verfahren	154
4.6.4	Einspannzapfen	130	5.2.4	Press-Verbindungsschweißen .	159
4.6.5	Streifenführung	133	5.2.4.1	Kaltpressschweißen	159
4.6.6	Werkstoffeinspannung und Entfernen des Werkstoffes aus dem Werkzeug	133	5.2.4.2	Schockschweißen	159
4.6.7	Keiltriebe	134	5.2.4.3	Ultraschallschweißen	159
4.6.8	Werkstoffe für Schneid- werkzeuge	136	5.2.4.4	Reibschweißen	160
4.7	Sonderwerkzeuge	139	5.2.4.5	Feuerschweißen	162
4.7.1	Nachschneiden und Nachschneidwerkzeuge	139	5.2.4.6	Diffusionsschweißen	162
4.7.2	Feinschneiden und Feinschneid- werkzeuge	141	5.2.4.7	Gießpressschweißen	162
4.7.3	Feinschneidpressen	146	5.2.4.8	Widerstandspressschweißen	162
4.7.4	Schneidwerkzeuge mit elastischem Kissen	147	5.2.4.9	Widerstandstumpfschweißen ...	172
5	Fügen	148	5.2.4.10	Lichtbogenbolzenschweißen	174
5.1	Fügen durch An- und Einpressen	148	5.2.4.11	Pressschweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen	175
5.1.1	Fügen durch Pressverbindung	148	5.2.5	Schmelzschweißen (Schmelz- verbindungsschweißen)	176
5.1.1.1	Fügen durch Einpressen (Längs- pressverbindung)	150	5.2.5.1	Gießschmelzschweißen	176
5.1.1.2	Fügen durch Schrumpfen und/ oder Dehnen (Querpress- verbindung)	150	5.2.5.2	Gasschweißen	176
5.1.2	Berechnung von Press- verbänden	152	5.2.5.3	Lichtbogenschweißen	179
5.1.3	Anwendung von Press- verbänden	152	5.2.5.4	Strahlschweißen	221
5.1.4	Lösen von Pressverbänden	152	5.2.5.5	Widerstands-Schmelzschweißen	236
			5.2.5.6	Auftragschweißen	236
			5.2.5.7	Reparaturschweißen von Stahl und Stahlguss	239
			5.2.5.8	Reparaturschweißen von Gusseisen	240
			5.2.5.9	Reparaturschweißen von Leicht- metallen	240
			5.2.6	Kunststoffschweißen	241
			5.2.7	Arbeitsschutz – Gesundheits- schutz	246
5.3	Fügen durch Löten	250	5.3	Fügen durch Löten	250
5.3.1	Allgemeines	250	5.3.1	Allgemeines	250
5.3.2	Lötverfahren	251	5.3.2	Lötverfahren	251
5.3.2.1	Einteilung nach der Löt- temperatur	251	5.3.2.1	Einteilung nach der Löt- temperatur	251
5.3.2.2	Einteilung der Lötverfahren nach Energieträgern	252	5.3.2.2	Einteilung der Lötverfahren nach Energieträgern	252
5.3.2.3	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Lötstelle	256	5.3.2.3	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Lötstelle	256
5.3.2.4	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Lotzuführung	257	5.3.2.4	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Lotzuführung	257
5.3.2.5	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Oxidbeseitigung	258	5.3.2.5	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Oxidbeseitigung	258

5.3.2.6	Einteilung der Lötverfahren nach der Art der Fertigung	258	6.1.2.3	Vorbereiten auf nachfolgende Verfahren	286
5.3.3	Lote	259	6.1.2.4	Isolation	286
5.3.3.1	Weichlote	259	6.1.2.5	Dekoration	286
5.3.3.2	Hartlote	261	6.1.2.6	Reparatur	286
5.3.3.3	Flussmittel	265	6.1.3	Schichtwerkstoffe	286
5.3.4	Gestaltung von Lötverbindungen	267	6.2	Vorbereitende Arbeiten	287
5.3.4.1	Lötzeit in Abhängigkeit vom Flussmittel	267	6.2.1	Allgemeines	287
5.3.4.2	Lötspaltbreite in Abhängigkeit vom Flussmittel	268	6.2.2	Verfahren	288
5.3.4.3	Maße des Lötspaltes	269	6.2.2.1	Mechanische Verfahren	288
5.3.4.4	Konstruktionsbeispiele	270	6.2.2.2	Chemische Verfahren	290
5.4	Fügen durch Kleben	271	6.2.3	Trocknen	292
5.4.1	Grundlagen	271	6.3	Verfahren des Beschichtens	293
5.4.1.1	Klebstoffe	271	6.3.1	Beschichten aus dem gasförmigen Zustand	293
5.4.1.2	Haftmechanismen	274	6.3.1.1	Chemische Verfahren	293
5.4.1.3	Festigkeit der Klebeverbindung ..	275	6.3.1.2	Physikalische Verfahren (Verdampfen)	294
5.4.1.4	Konstruktive Gestaltung	278	6.3.2	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	296
5.4.2	Fertigungsablauf beim Kleben	279	6.3.2.1	Beschichten mit Schmelzen	296
5.4.2.1	Haftgrundvorbereitung	280	6.3.2.2	Beschichten mit Farben und Lacken	303
5.4.2.2	Vorbereiten und Auftragen des Klebstoffes	281	6.3.3	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	306
5.4.2.3	Fügen und Abbinden	282	6.3.3.1	Elektrolytisches Abscheiden	306
5.4.2.4	Nachbehandlung und Weiterverarbeitung	283	6.3.3.2	Chemisches Abscheiden	313
5.4.3	Normung und Qualitätssicherung	283	6.3.3.3	Elektrostatistisches Abscheiden ..	317
5.4.4	Schutzmaßnahmen	283	6.3.3.4	Ionenstrahlverfahren	317
6	Beschichten und Stoffeigenschaftändern	284	6.3.3.5	Synergistische Überzüge	318
6.1	Überblick	284	6.3.4	Beschichten aus dem festen Zustand	318
6.1.1	Allgemeines	284	6.3.4.1	Plattieren	318
6.1.2	Zweck des Beschichtens und des Stoffeigenschaftänderns (verfahrensunabhängig)	284	6.3.4.2	Aufschmelzen	319
6.1.2.1	Schutz vor Korrosion	285	6.3.5	Zuordnung Verfahren/Schichtwerkstoff	320
6.1.2.2	Verbessern der Verschleißfestigkeit	285	6.4	Prüfung von Oberflächenschichten	321
6.1.2.3	Vorbereiten auf nachfolgende Verfahren	286	6.4.1	Mechanische Prüfungen	321
6.1.2.4	Isolation	286	6.4.2	Chemische Prüfungen	322
6.1.2.5	Dekoration	286	6.4.3	Elektrische und magnetische Prüfungen	322
6.1.2.6	Reparatur	286	6.4.4	Prüfung mit Strahlen	322
6.1.3	Schichtwerkstoffe	286			
6.2	Vorbereitende Arbeiten	287			
6.2.1	Allgemeines	287			
6.2.2	Verfahren	288			
6.2.2.1	Mechanische Verfahren	288			
6.2.2.2	Chemische Verfahren	290			
6.2.3	Trocknen	292			
6.3	Verfahren des Beschichtens	293			
6.3.1	Beschichten aus dem gasförmigen Zustand	293			
6.3.1.1	Chemische Verfahren	293			
6.3.1.2	Physikalische Verfahren (Verdampfen)	294			
6.3.2	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	296			
6.3.2.1	Beschichten mit Schmelzen	296			
6.3.2.2	Beschichten mit Farben und Lacken	303			
6.3.3	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	306			
6.3.3.1	Elektrolytisches Abscheiden	306			
6.3.3.2	Chemisches Abscheiden	313			
6.3.3.3	Elektrostatistisches Abscheiden ..	317			
6.3.3.4	Ionenstrahlverfahren	317			
6.3.3.5	Synergistische Überzüge	318			
6.3.4	Beschichten aus dem festen Zustand	318			
6.3.4.1	Plattieren	318			
6.3.4.2	Aufschmelzen	319			
6.3.5	Zuordnung Verfahren/Schichtwerkstoff	320			
6.4	Prüfung von Oberflächenschichten	321			
6.4.1	Mechanische Prüfungen	321			
6.4.2	Chemische Prüfungen	322			
6.4.3	Elektrische und magnetische Prüfungen	322			
6.4.4	Prüfung mit Strahlen	322			

6.5	Unfall- und Umweltschutz ..	323	8.3	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Maschinen der Blechumformung	350
6.5.1	Unfallschutz	323	8.4	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Trennen	350
6.5.2	Umweltschutz	323	8.5	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Fügen	352
7	Thermisches Trennen	326	8.5.1	Fügen durch Schweißen	352
7.1	Qualität der Schnittflächen ..	326	8.5.2	Fügen durch Löten	355
7.2	Brennschneiden	329	8.5.3	Fügen durch Kleben	356
7.3	Verfahrensvarianten des Brennschneidens	331	8.6	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Beschichten und Stoffeigenschaftsändern	357
7.4	Plasmaschneiden	333	8.7	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Thermisches Trennen	357
7.5	Laserstrahlschneiden	334			
7.6	Handschneiden und Maschinenschneiden	340			
8	Aufgaben und Kontrollfragen	344		Auszug aus dem Verzeichnis der Einzel-Unfallverhütungsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaften (VBG-Vorschriften)	358
8.1	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Urformen, Umformen (Massivumformen)	344			
8.2	Aufgaben und Kontrollfragen zum Kapitel: Umformen	347		Sachwortverzeichnis	359
				Normenverzeichnis	364